# Champ gravitationnel et potentiel gravitationnel autour d’un astre à symétrie sphérique

<https://www.youtube.com/watch?v=M0UFznXGlKc>

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Par sa masse, un astre modifie les propriétés de l’espace situé dans son environnement. S’il a une symétrie sphérique, cet astre génère à la distance …. | * … un champ gravitationnel :

 | * … un potentiel gravitationnel :
 |
| Un objet de masse placé en …. | * … subit une force gravitationnelle
 | * … possède une énergie potentielle gravitationnelle
 |

Unités :

* De la force : () appelé
* Du champ : () soit
* De l’énergie : () Appelés
* Du potentiel : () ou bien
* De  : () ou bien

## Forces gravitationnelles :

### Une image contenant carte, texte, cercle, diagramme  Description générée automatiquementSchématiser l’interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune. Calculer l’intensité de ces forces gravitationnelles. soit

### Mêmes questions pour l’interaction entre la Terre et le Soleil.

### Mêmes questions pour l’interaction entre la Terre et un homme de masse à la surface de la Terre.

Données :

Distance centre de la Lune – centre de la Terre :

Distance centre du Soleil – centre de la Terre :

### Rayon de la Terre :

## Champ gravitationnel terrestre :

### A partir de l’expression de la force gravitationnelle, établir l’expression du champ gravitationnel exercé par la Terre à l’altitude . Calculer ce champ à la surface de la Terre.On donne :  or d’où Pour

### On définit sur Terre le poids tel que où est appelé l’intensité de la pesanteur dont on donne une valeur dans le formulaire (à Munich).On peut approximativement considérer que ce qui a pour conséquence que .Expliquer ce qu’on néglige en faisant cette approximation, en particulier l’écart entre la valeur calculée et la valeur de donnée dans le formulaire.Approximation car on néglige le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même.A cause de cette rotation, les objets à la surface de la Terre subissent, en plus de l’attraction gravitationnelle, une force centrifuge qui a tendance à les éloigner du centre de leur trajectoire circulaire. Le poids correspond à la somme vectorielle de la force gravitationnelle et de cette force centrifuge.


### On considère que le champ gravitation est constant s’il ne diminue pas de plus de 1%. Peut-on considérer le champ gravitationnel a la valeur précédemment calculée :

### quelque soit l’endroit de la surface de la Terre où on se trouve ?

### à l’altitude à laquelle vole les avions de ligne

### dans l’ISS (station spatiale internationale) soit  Dans l’ISS, le champ gravitationnel est plus faible.

### Comparer les champs gravitationnels à la surface de la Terre et à la surface de la Lune.On donne :  A.N. ,0Le champ de pesanteur sur la Lune est 6 fois plus faible que sur la Terre.

### TP Kepler HalleyLa comète C/2020 F3 (Neowise) a été la comète de l'été 2020. Une comète est un objet qui tourne autour du soleil sur une orbite très elliptique. Neowise a un périhélie (point de la trajectoire le plus proche du Soleil) de 0,295 UA, et un aphélie (point de la trajectoire le plus éloigné du Soleil) de 538 UA.Etablir l’expression du champ gravitationnel agissant sur Neowise. Calculer la valeur de ce champ au périhélie et à l'aphélie.Données :  Masse de la Terre :

###

## Lignes de champ :

### Une ligne de champ est une **ligne orientée** dans le sens du champ gravitationnel, en chaque point de celle-ci, le champ électrique est tangent**.**

### L’ensemble des lignes de champ donne la **topographie du champ gravitationnel** dans une portion d'espace

### Dessiner la topographie du champ gravitationnel autour de la Terre.

### Préciser la direction et le sens des lignes de champ autour d’un astre à symétrie sphérique comme la Terre, en utilisant le vocabulaire approprié.Le champ gravitationnel créé par un astre à symétrie sphérique est radial et centripète.

### Préciser si, oui ou non, deux lignes de champ gravitationnel (à l’extérieur de la Terre) peuvent se croiser. Expliquer.En chaque point de l’espace, si 2 lignes de champ se rencontrent, la force agirait dans 2 directions différentes en ce point de croisement, ce qui est impossible.

### Que peut-on dire, concernant l’intensité du champ gravitationnel, à partir de cette figure. Expliquer.Dans une région de l’espace, plus les lignés de champ sont proches les unes des autres, plus l’intensité du champ est élevée.Conséquence : le champ gravitationnel est plus fort près de la surface de la Terre.

## Potentiel gravitationnel :

### Donner l’expression du potentiel gravitationnel généré par la Terre à l’altitude .

### Tracer l’évolution du potentiel gravitationnel en fonction de la distance autour de la Terre. On rappelle que le rayon de la Terre est

### En utilisant le graphe ci-dessous, tracer les lignes (surfaces) équipotentielles correspondant au potentiels : MJ/kg, MJ/kg, MJ/kg, MJ/kg et MJ/kg.

### Une image contenant diagramme, croquis, ligne, dessin  Description générée automatiquementReprésentation en 3D :

### Comparer les directions des lignes de champs et des lignes (surfaces) équipotentielles.Les lignes de champ sont perpendiculaires aux lignes de champ (orthogonales aux surfaces équipotentielles)


###

### Que peut-on dire, concernant l’intensité du champ gravitationnel, à partir de cette figure. Expliquer.Dans une région de l’espace, plus les surfaces équipotentielles sont proches les unes des autres, plus la grandeur du champ est élevée.Conséquence : le champ gravitationnel est plus fort près de la surface de la Terre.

### Orientierung/Kartenkunde - PDF Free DownloadAnalogie géographique :En géographie, les courbes de niveaux donnent des indications sur le relief du paysage. Les courbes de niveaux correspondent-elles aux lignes de champ ou aux lignes équipotentielles ?Lorsque les courbes de niveaux sont resserrées, la pente (ou pendage) est plus élevée. A quoi correspond le pendage dans notre analogie ?Courbes de niveaux = lignes équipotentielles (grandeurs scalaires correspondant aux altitudes)

### Pendage = lignes de champ (possède une direction, un sens et une intensité)

## Energie potentielle :

1. Justifiant rigoureusement en utilisant la conservation de l’énergie, l’évolution de la vitesse d’un objet de masse qui se déplace librement :
* dans le sens des potentiels décroissants
* dans le sens des potentiels croissants

Pour une masse qui se déplace librement dans le sens des potentiels décroissants :
L’énergie potentielle diminue car or donc
Par la conservation d’énergie :  soit donc
L’énergie cinétique augmente donc la vitesse augmente.

Pour une masse qui se déplace librement dans le sens des potentiels croissants :
L’énergie potentielle diminue car or donc
Par la conservation d’énergie :  soit donc
L’énergie cinétique diminue donc la vitesse diminue.
1. Déterminer comment évolue la vitesse d’un objet qui se déplace librement le long d’une ligne équipotentielle. Conclure quant à la vitesse et l’énergie mécanique d’un satellite en mouvement circulaire autour de la Terre.

 donc donc : sa vitesse reste constante.
Si un satellite est en mouvement circulaire autour de la Terre, le satellite suit une ligne de potentiel.
Sa vitesse et son énergie sont donc constantes.
2. Etablir l’expression de la variation d’énergie potentielle d’un objet de masse lorsqu’un objet s’élève de l’altitude au-dessus de la surface de la Terre.
3. Un objet de masse *m* = 10,0 kg est lâché à une altitude de 10,0 km. Montrer que sa vitesse d'impact au sol (en négligeant toutes les autres forces agissant sur l'objet) est de .

Conservation de l’énergie :

Avec

Et
A.N.

1. La comète de Halley a une trajectoire elliptique autour du Soleil. Sa une vitesse orbitale de à l’aphélie. Calculer sa vitesse orbitale au périhélie en km/h.
On donne :
Périhélie : 0,59 UA
Aphélie : 35 UA

L’énergie cinétique de Halley est donnée par la relation .

L’énergie potentielle de Halley est donnée par la relation  .

Sur son orbite, la somme des énergies cinétique et potentielle est conservée :

 soit

1. Vitesse de libération d’un objet :
Lancée en 1977, la sonde Voyager 1 est aujourd'hui la sonde la plus éloignée de la Terre ; elle se trouve aujourd’hui à 24 milliards de kilomètre de la Terre.
**On appelle vitesse de libération d’un objet (sonde), la vitesse minimale qu’il faut initialement donner à l’objet pour qu’elle arrive à l’infini avec une vitesse nulle.**

### Déterminer l’énergie potentielle et de l’énergie cinétique de l’objet lorsqu’il atteint l’infini.

### Calculer la vitesse de libération d’un objet à la surface de la Terre. car tend vers l’infini, donc tend également vers l’infini. car   Conservation de l’énergie : d’où A.N.

## Variation de l’énergie potentielle dans le champ de pesanteur

1. Dans le cas où ( de ), on peut faire l’approximation mathématique suivante :
 (Merci aux matheux qui ont découverts les « développements limités)
Montrer alors que l’on retrouve l’expression de la variation d’énergie potentielle utilisée dans un champ de pesanteur uniforme est :
2. Pour calculer l’énergie qu’il faut apporter à un satellite pour l’élever à son orbite géostationnaire (altitude ) depuis la surface de la Terre, un élève propose d’utiliser la formule :
Discuter la validité de cette démarche.

 on n’a pas , on ne peut donc utiliser la formule établie.

L’expression utilisée n’est valable que si le champ gravitationnel est constant.
Or dans le cas étudié :
 A.N.
 A.N.
 !

### Le champ n’est pas constant. On ne peut utiliser cette hypothèse.

1. Un objet de masse *m* = 10,0 kg est lâché à une altitude de 10,0 km.
2. Montrer qu’on peut utiliser la formule simplifiée de la variation d’énergie potentielle pour réaliser le calcul.
3. Calculer la vitesse d'impact au sol et vérifier qu’elle est bien en accord avec la vitesse calculée au 4d.

 : la variation du champ de pesanteur est inférieure à 1%

Conservation de l’énergie :

Avec

Et

 soit

Valeur en accord avec celle calculée précédemment.